

Transmission d'énergie réglable solaire du Maroc à l'Allemagne

Denis Hess

Centre Aérospatial Allemand (DLR)
Institut de la thermodynamique technique

Rabat, le 06.03.2013

Wissen für Morgen

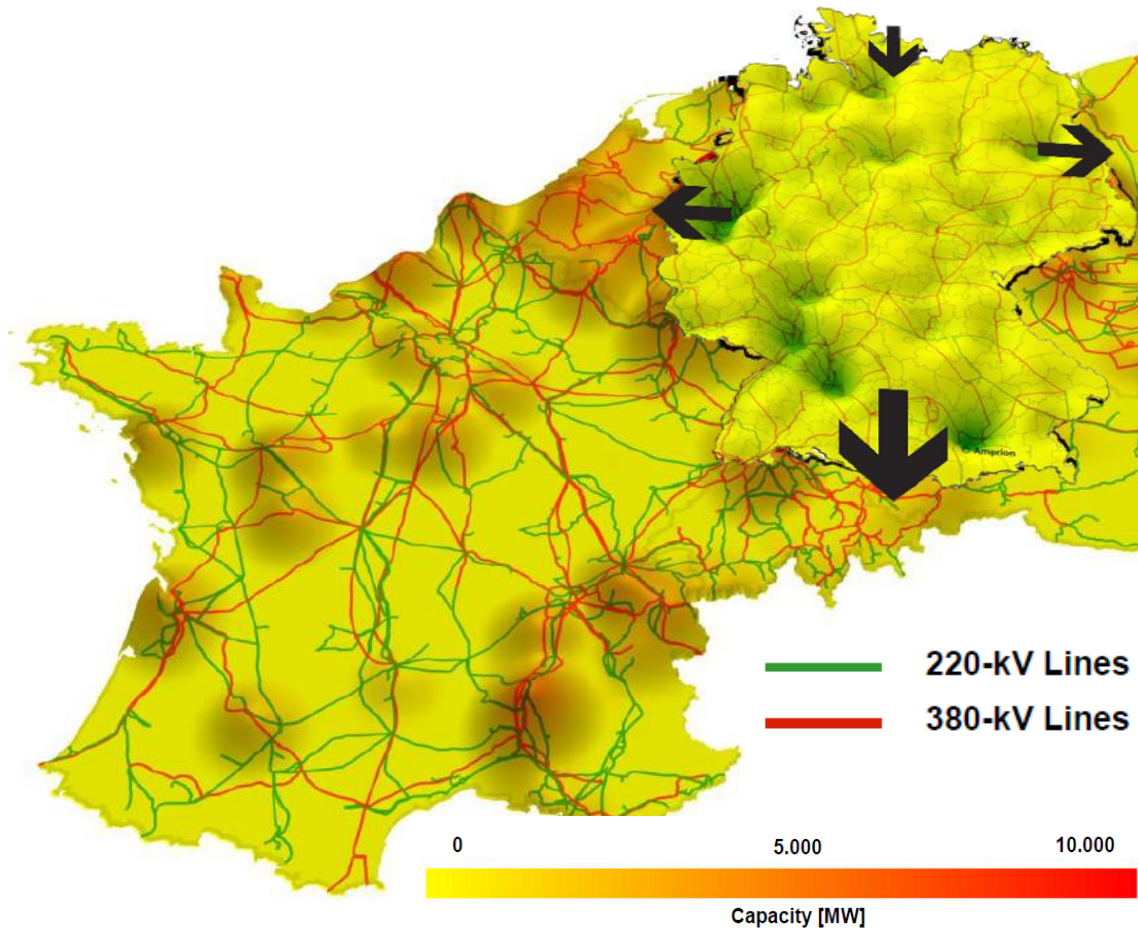


Aperçu

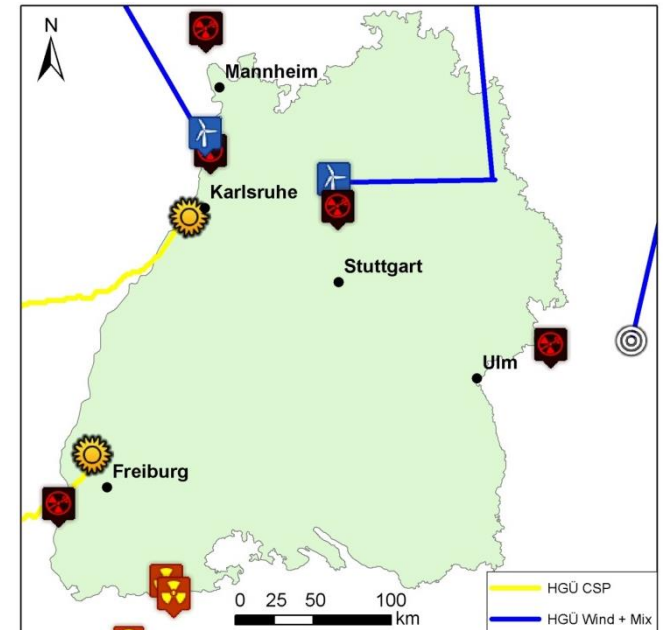
- Définition des besoins en Baden-Württemberg
- Les potentiels au Maroc
- Transmission – la technologie et les coûts
- Les échelons de décision, participation des citoyens
- Le financement



Les centres de la production d'électricité et les centres de la demande



Les imports à destination de Baden-Württemberg par courant continu à haute tension (CCHT) à partir de l'année 2022



Centrales nucléaires état de fonctionnement



Centrales nucléaires état non-fonctionnement



L'import de l'énergie éolienne + mix (lignite)



L'import mix (lignite)



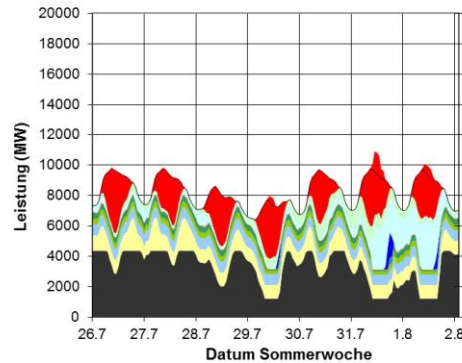
L'import CSP



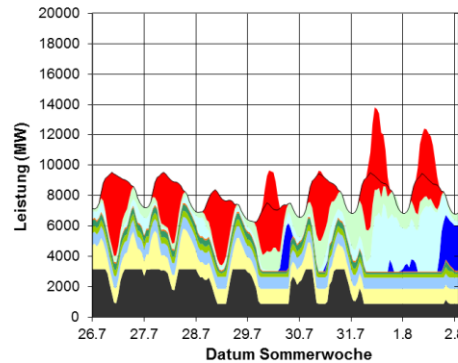
2025, 2030, 2050 BW sans CSP -> surplus, grande capacité installée, cher en 2050

semaine d'été

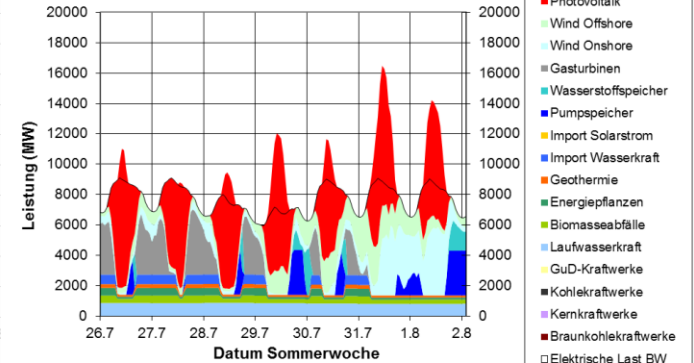
2025



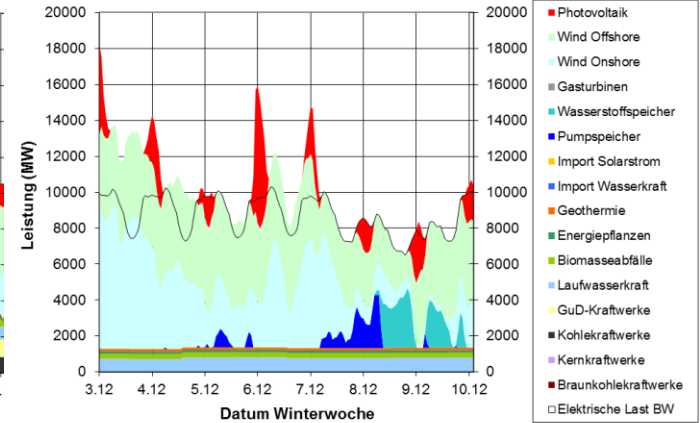
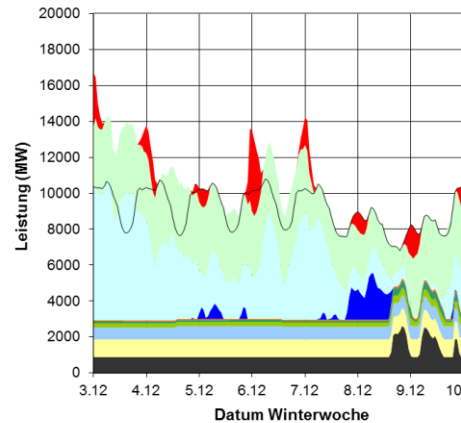
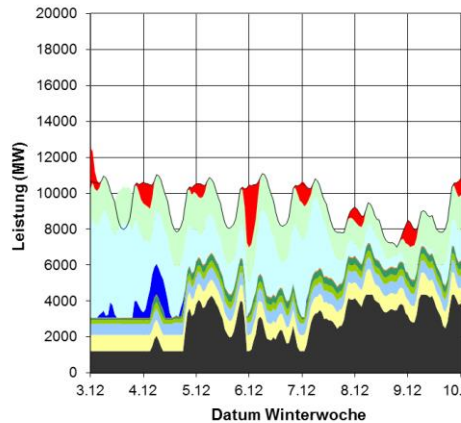
2030



2050



semaine d'hiver



% énergies
renouvelables:

55%

70%

95%

capacité installée :

36 GW

43 GW

55 GW

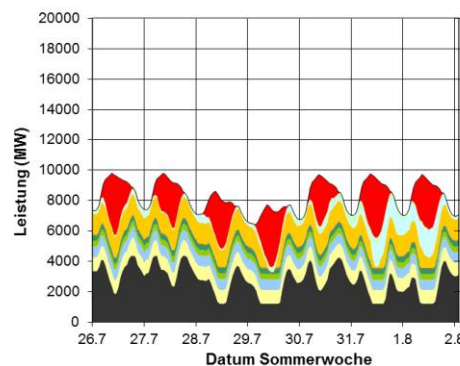


Source: F. Trieb, ELMOD-BW; J. Nitsch, Szen-BW 2012; Y. Scholz, ReMIX

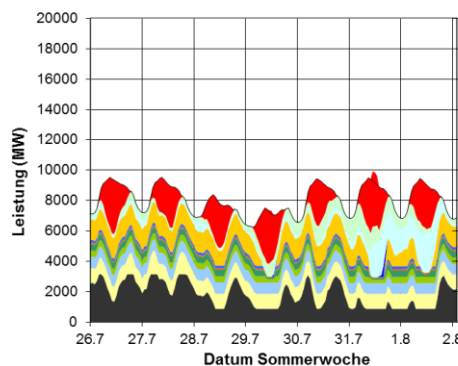
2025, 2030, 2050 BW avec CSP -> énergie selon le besoin, moins de capacité installée, meilleur marché en 2050

semaine d'été

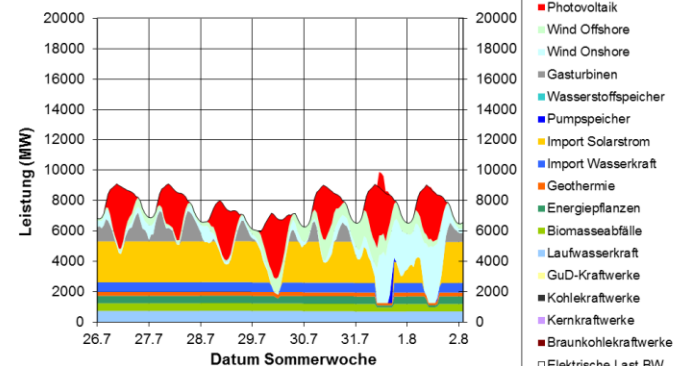
2025



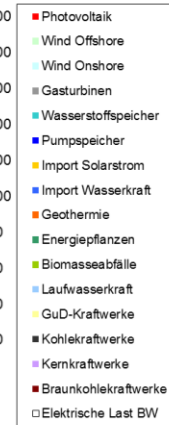
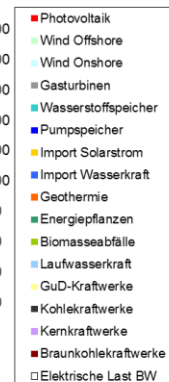
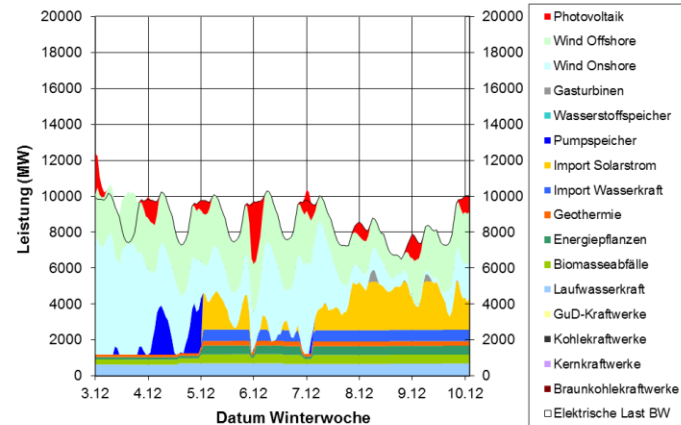
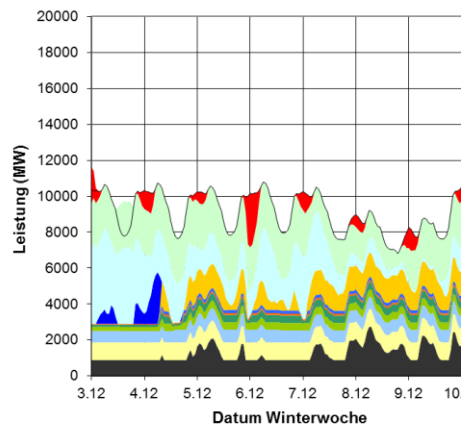
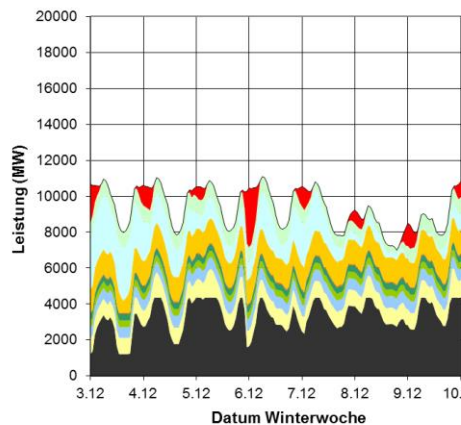
2030



2050



semaine d'hiver



% énergies
renouvelables:

55%

70%

95%

capacité installée :

30 GW

33 GW

35 GW

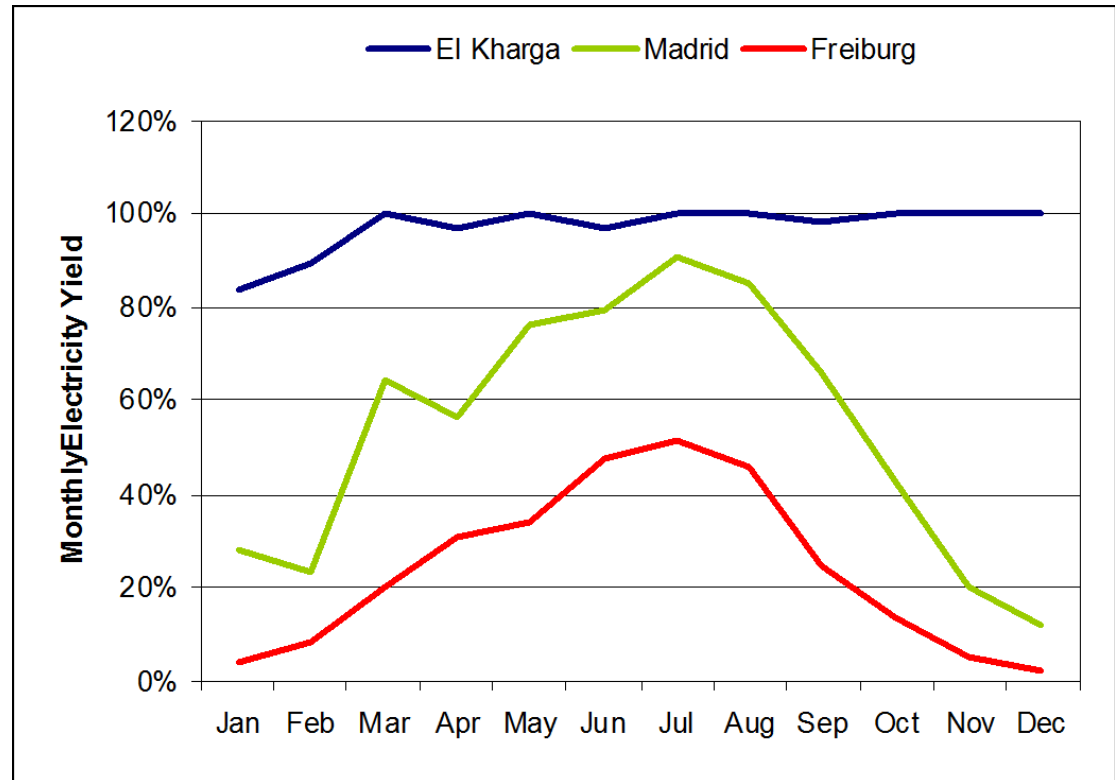


Source: F. Trieb, ELMOD-BW; J. Nitsch, Szen-BW 2012; Y. Scholz, ReMIX

Pourquoi des centrales solaires thermiques au Nord d'Afrique?

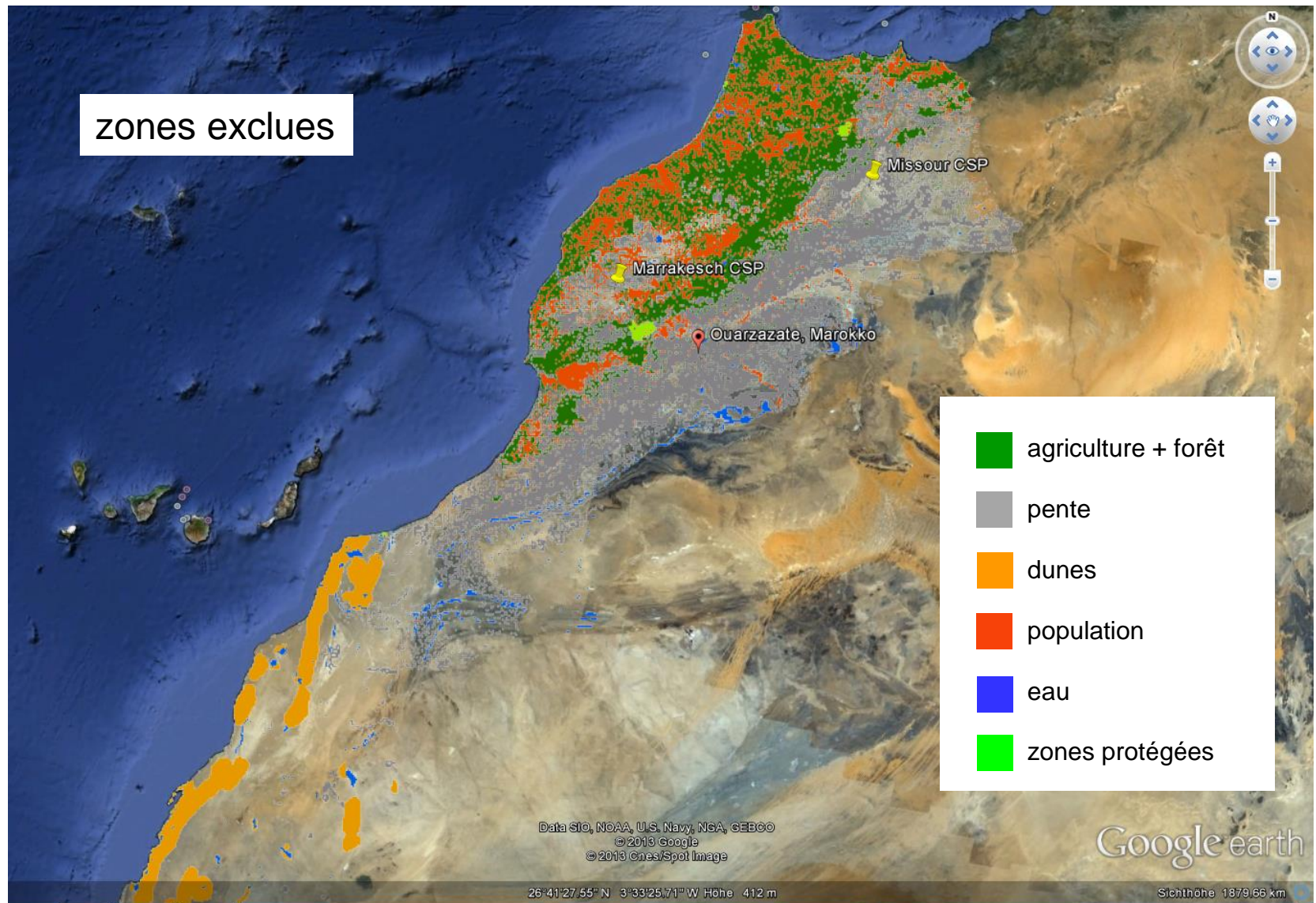
- Plus des jours ensoleillés
- meilleur angle d'incidence

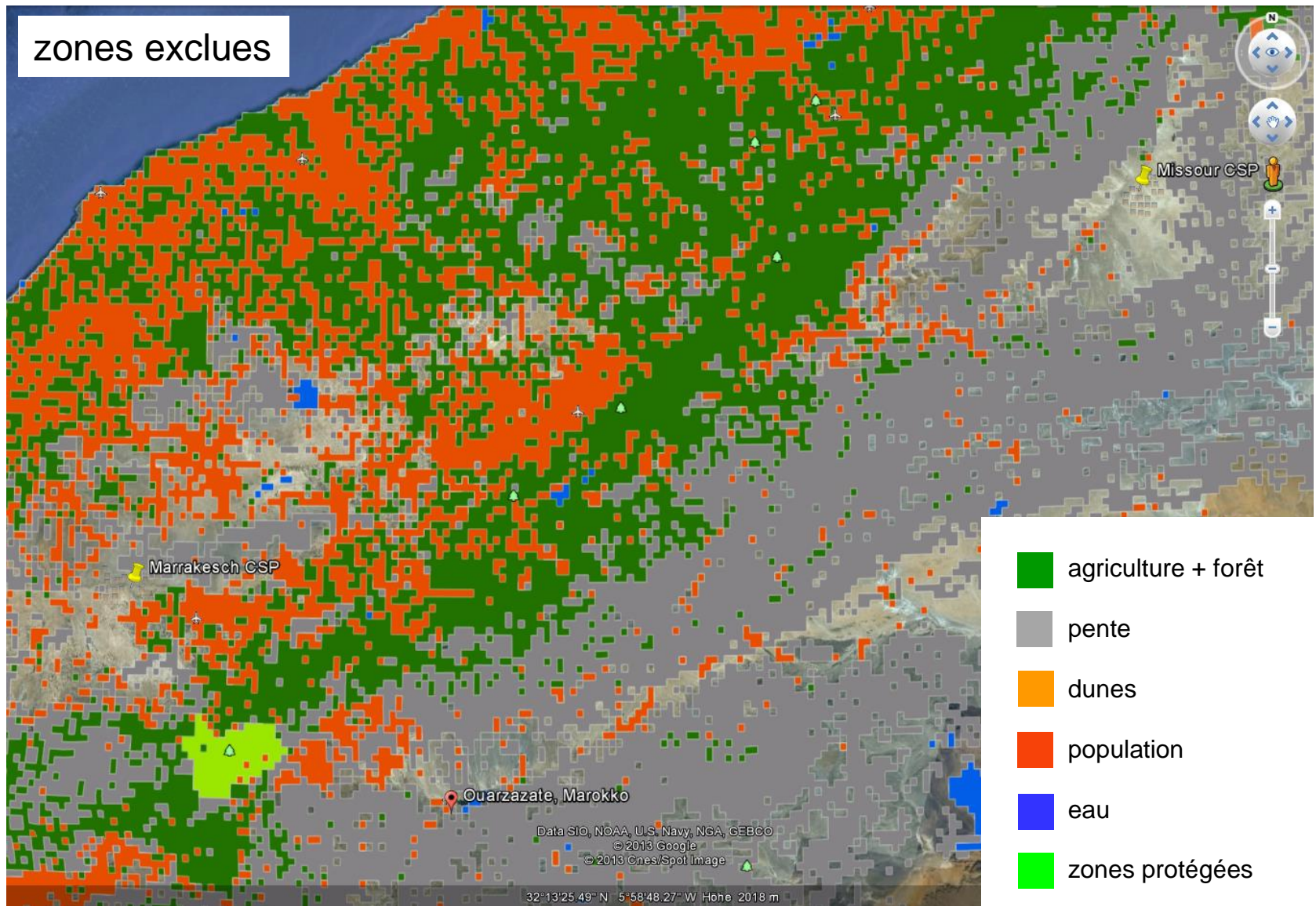
➔ Meilleure disponibilité de l'énergie garantie et flexible



Rendement mensuelle relative d'électricité d'une centrale CSP avec un grand champ solaire et avec stockage

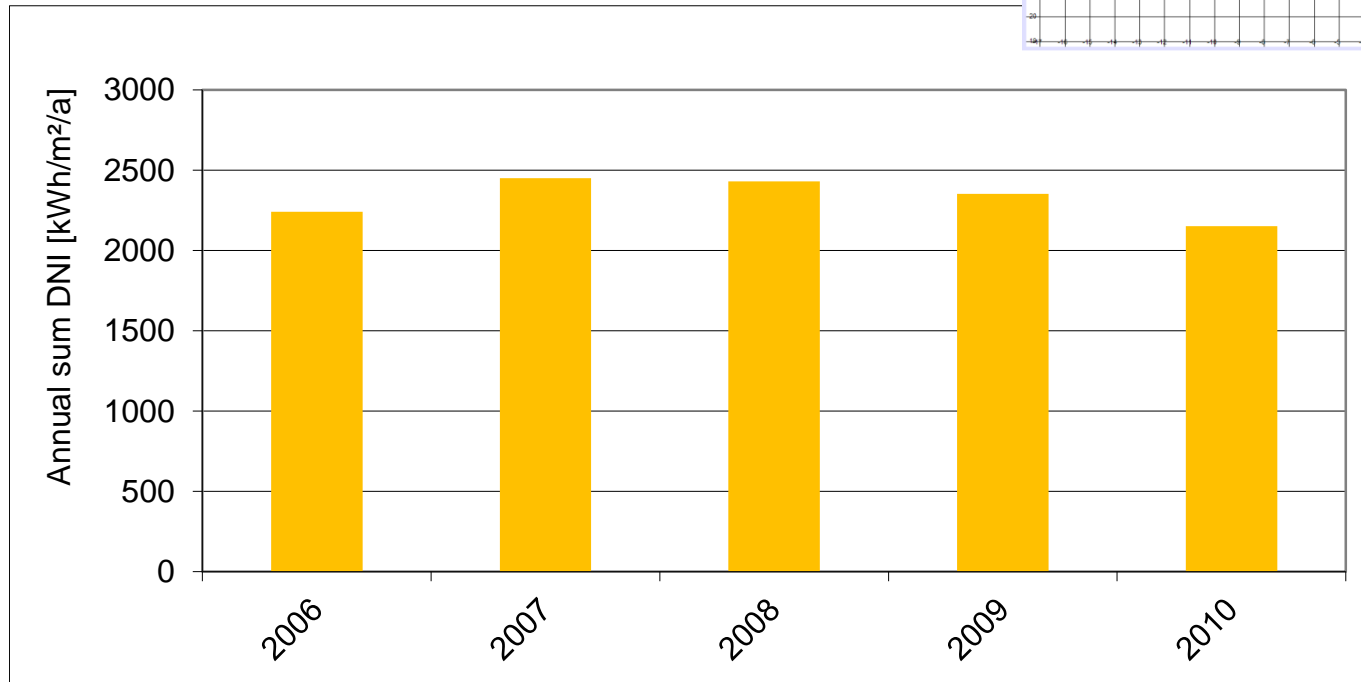
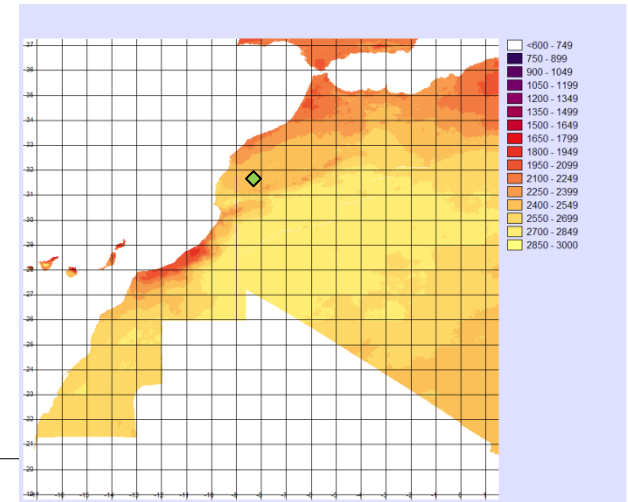






Marrakech

Moyenne annuelle de rayonnement solaire
(DNI): 2325 kWh/m²/a



Source: SOLEMI (DLR)



Les données pour les centrales solaires thermiques:

21 x 100 Mw_{net}
dans la conception
de collecteur
paraboliques

-> 147 km²
surface nécessaire

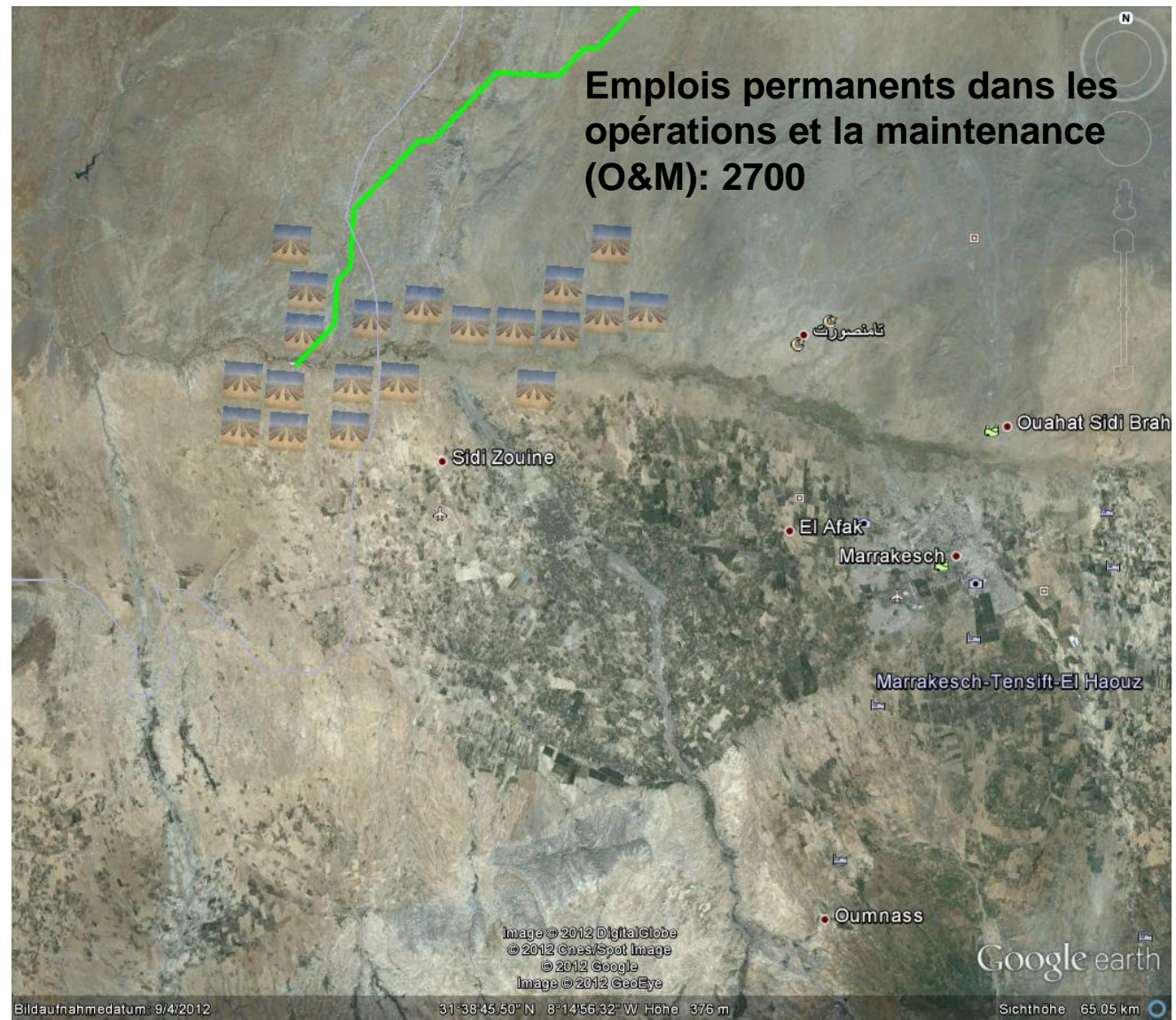
Comparaison:

zone peuplée:

Marrakesch ~ 145 km²
Sid Zouine ~ 1 km²

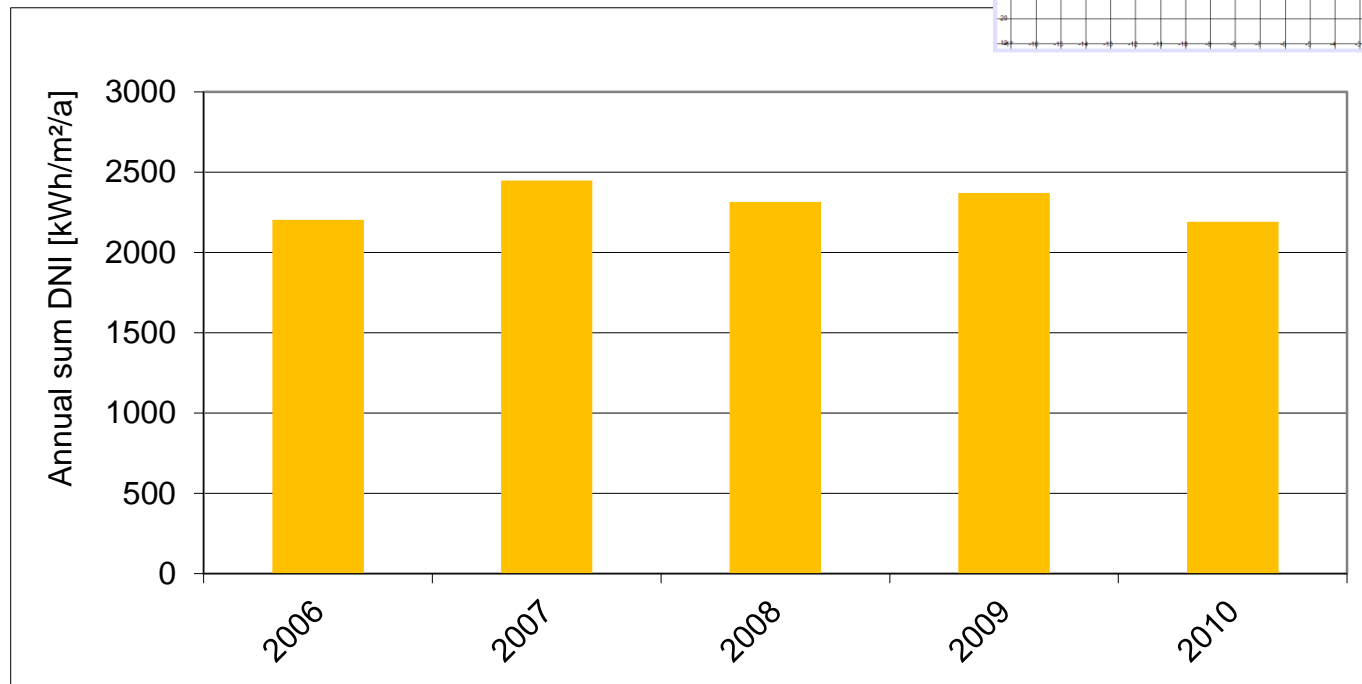
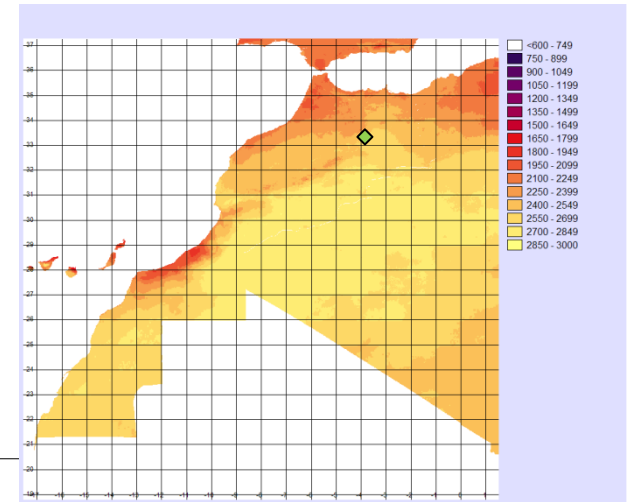
Population:

Marrakesch ~ 910.000
(2010)
Sid Zouine ~ 11.000
(2004)



Missour

Moyenne annuelle de rayonnement solaire
(DNI): 2300 kWh/m²/a



Source: SOLEMI (DLR)



Les données pour les centrales solaires thermiques:

21 x 100 Mw_{net}
dans la conception
de collecteur
paraboliques
-> 147 km²
surface nécessaire

Comparaison:

zone peuplée:

Missour ~ 2,3 km²

Outat el Haj ~ 2 km²

Population:

Missour ~ 21.000
(2004)

Outat el Haj ~ 13.000
(2004)



Conception du transit, les coûts et surface nécessaire

MOR-E-F-D

CCHT 2600 km
1.7 GW / 1.5 GW_{net}
1.3 Mrd.€
150 km²

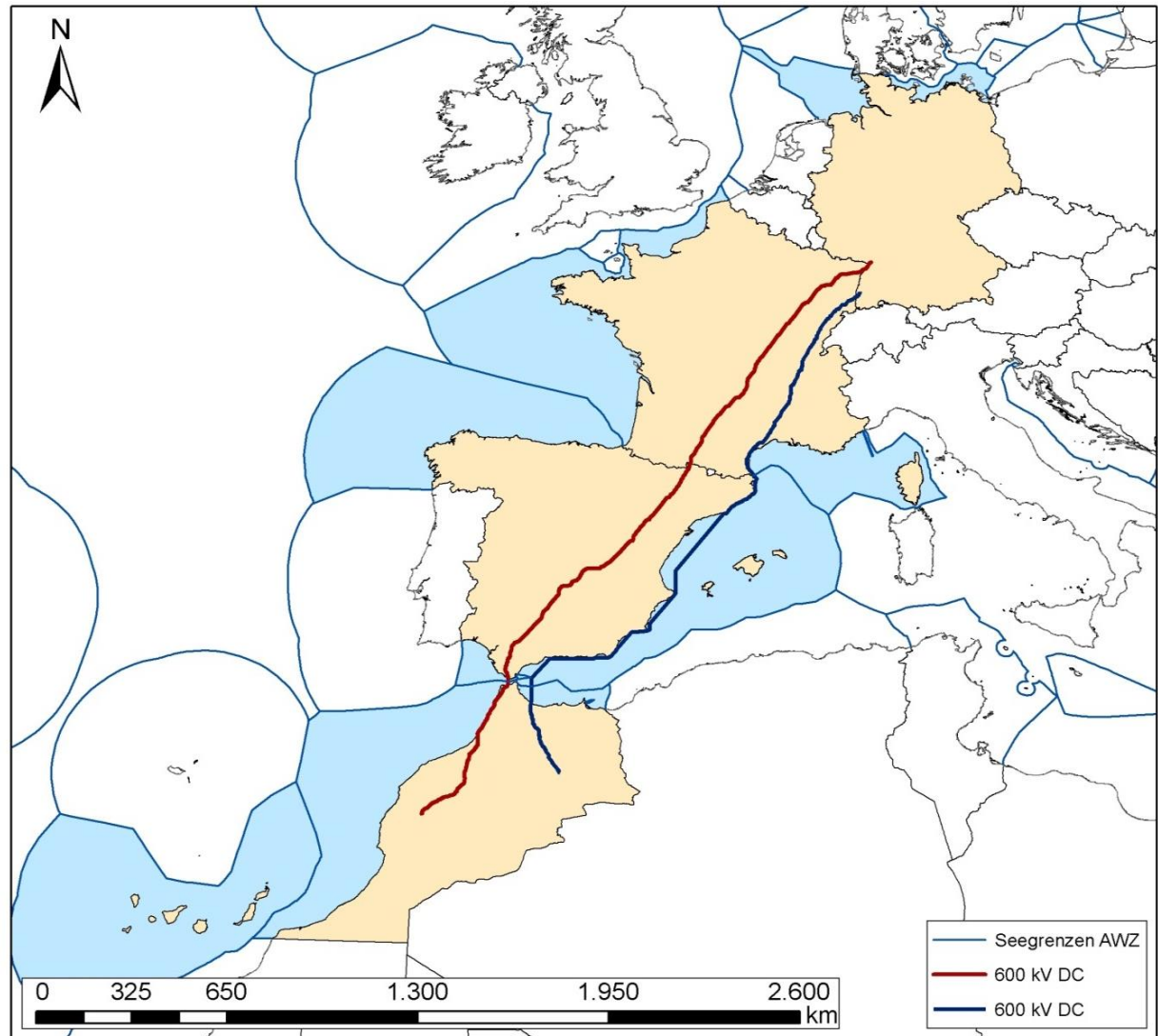
CSP 2.0 GW
CSP 12.0 Mrd.€
150 km²

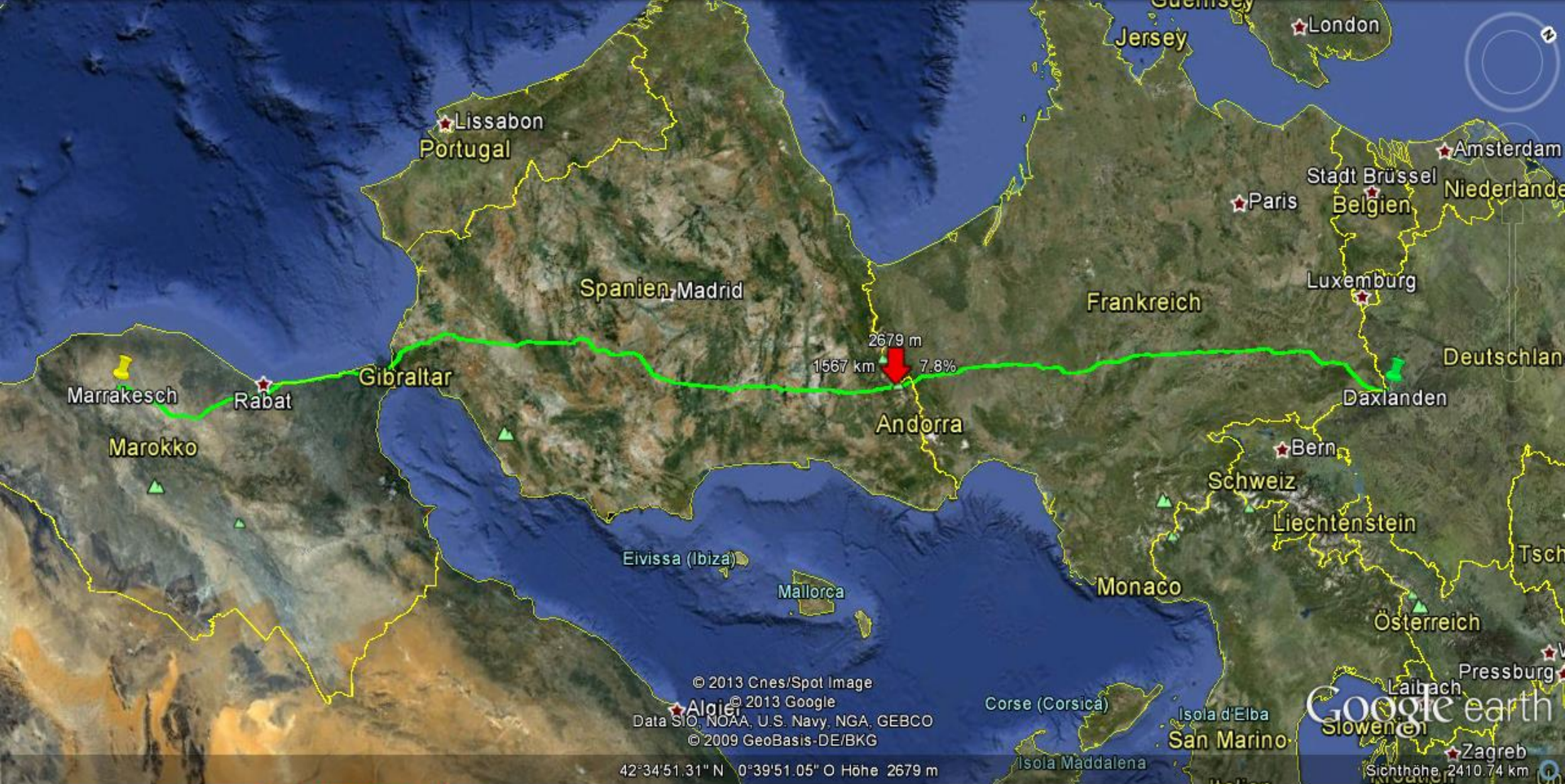
MOR-E-F-D

CCHT 2300 km
1.7 GW / 1.5 GW_{net}
3.5 Mrd.€
75 km²

CSP 2.0 GW
CSP 12.0 Mrd.€
150 km²

-> 15 Mrd.€ (real 2010)
réalisable 2024

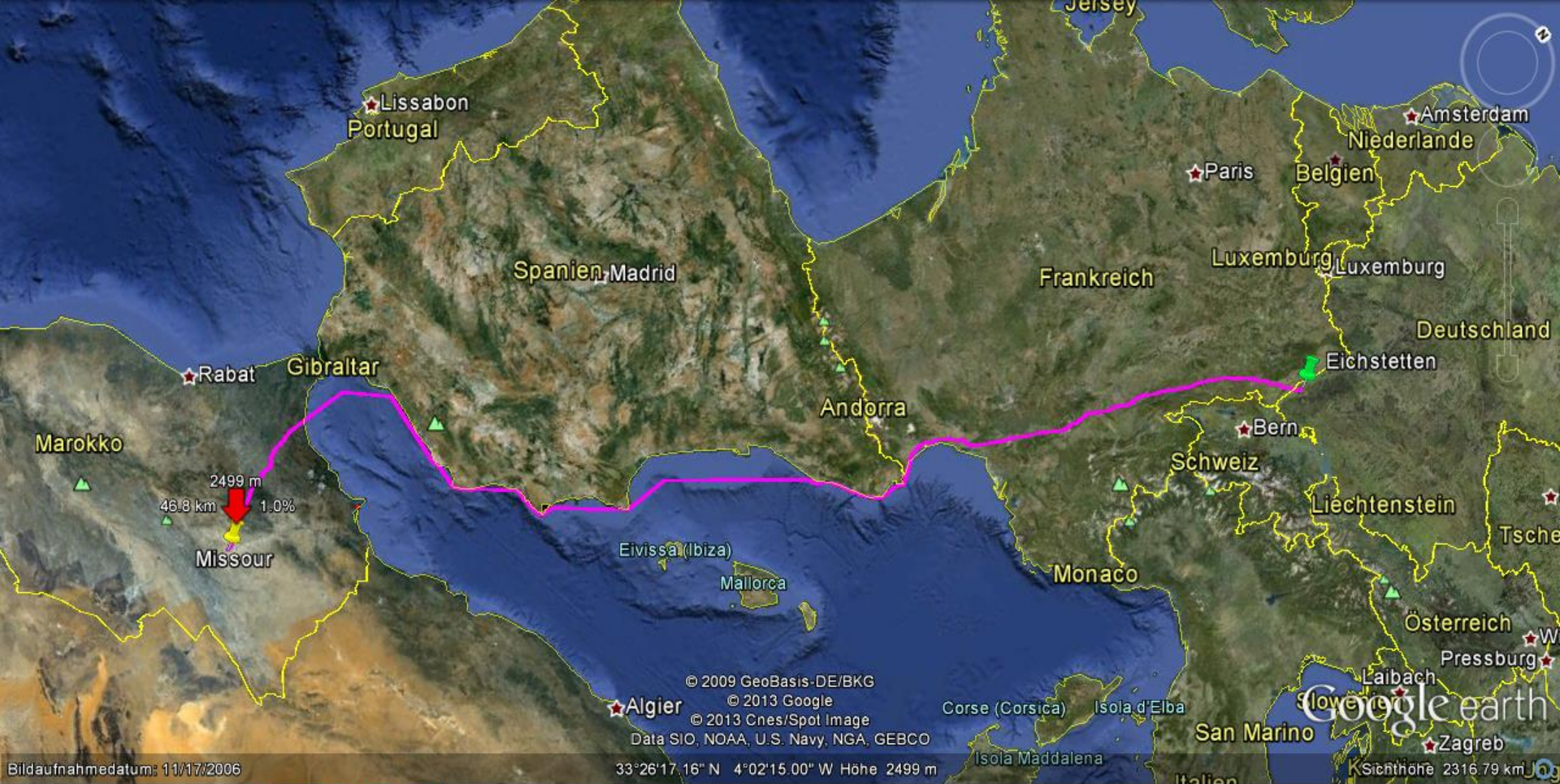




Grafik: Min., Durchschnitt, Max. Höhe: -545, 477, 2679 m

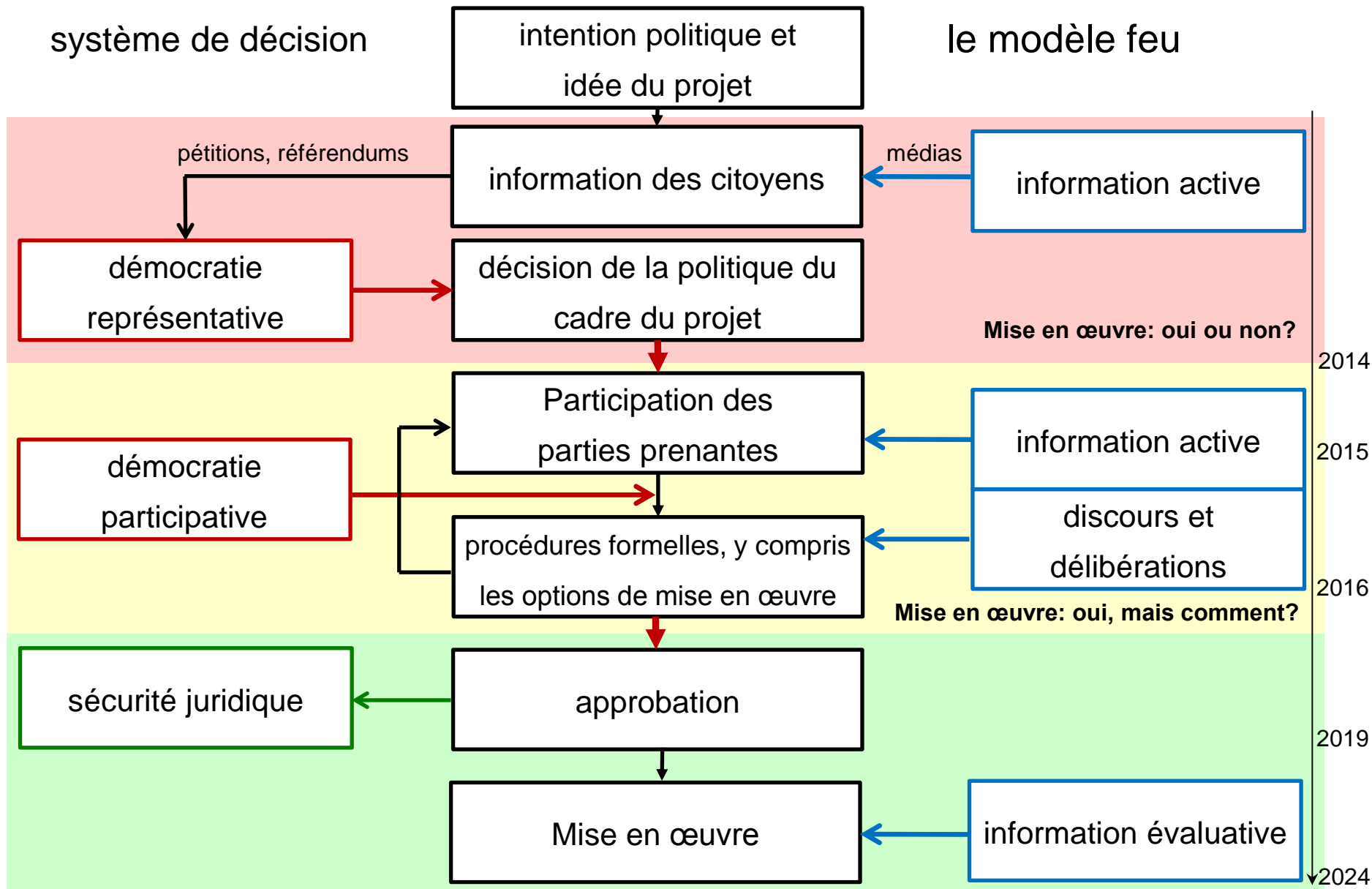
Bereichswerte: Entfernung: 2560 km Höhendifferenz: 18708 m, -18879 m Maximale Steigung: 8.1%, -11.7% Durchschnittliche Steigung: 0.9%, -0.9%



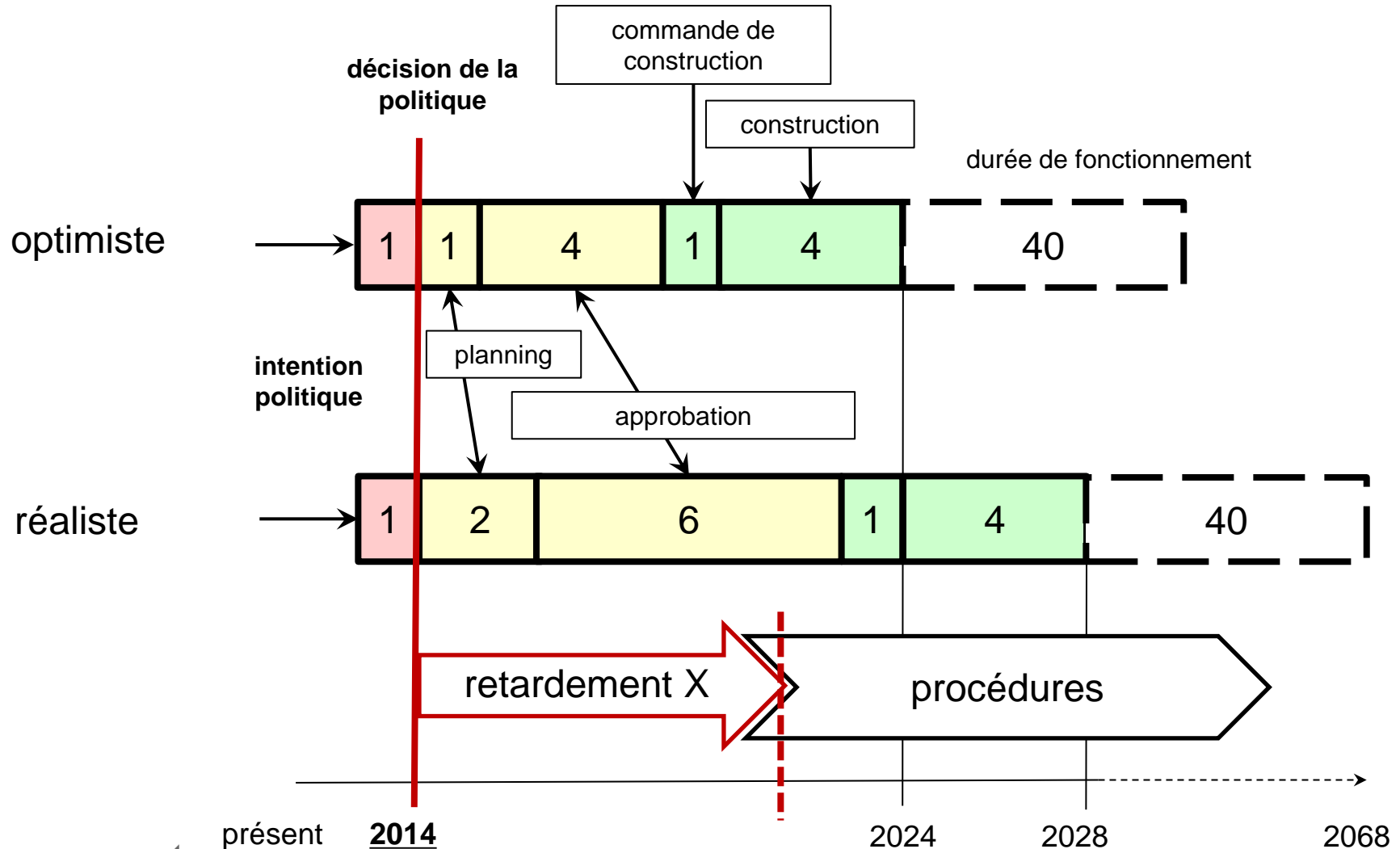


système de décision

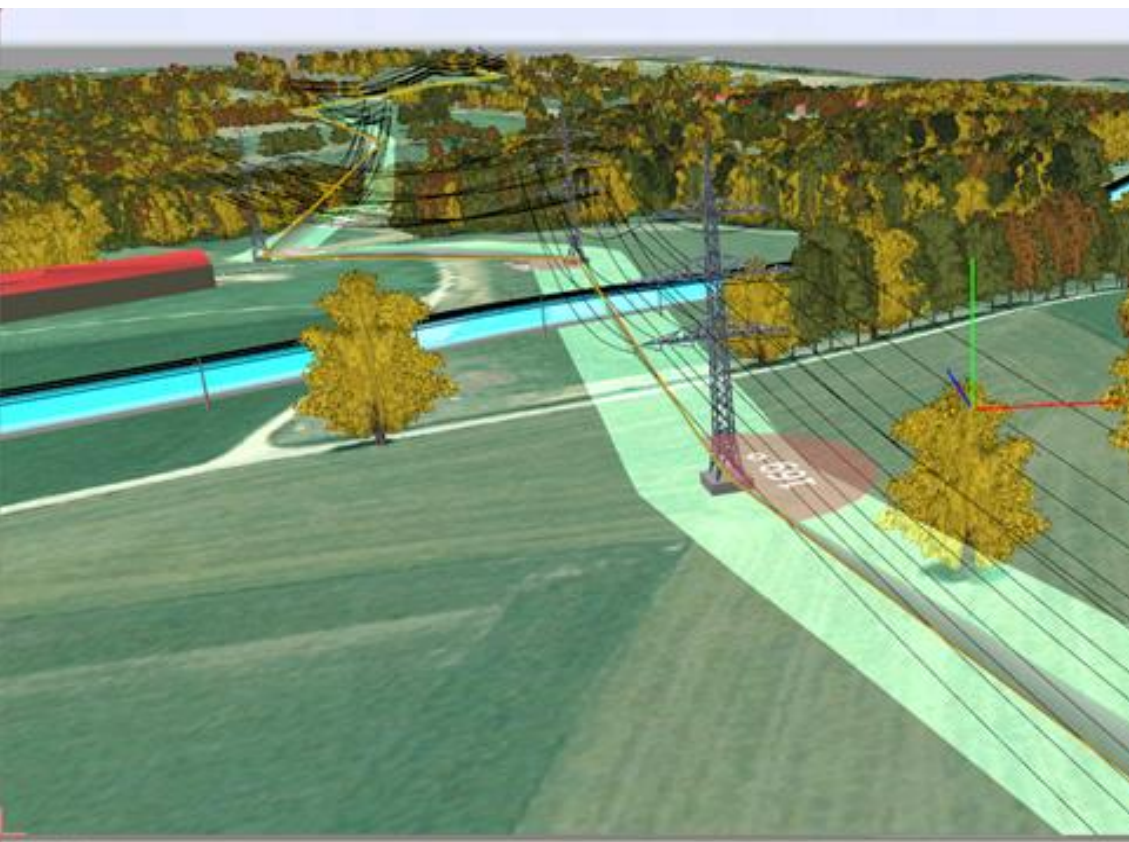
le modèle feu



Calendrier [a]



Optimisation de la planification avec les parties prenantes



critères d'optimisation

•aspects visuels

- contrôle automatique des distances critiques de ligne aérienne (maisons, la végétation, les infrastructures, etc)
- Considérant les déviations latérales (zone d'utilisation)
- Mise en place dans les domaines du paysage et de l'environnement liées à l'environnement (limites, etc)
- Effet sur les résidents

•Minimiser les coûts de construction

- Trouver et optimiser les emplacements des pylônes tout en respectant les spécifications de conception

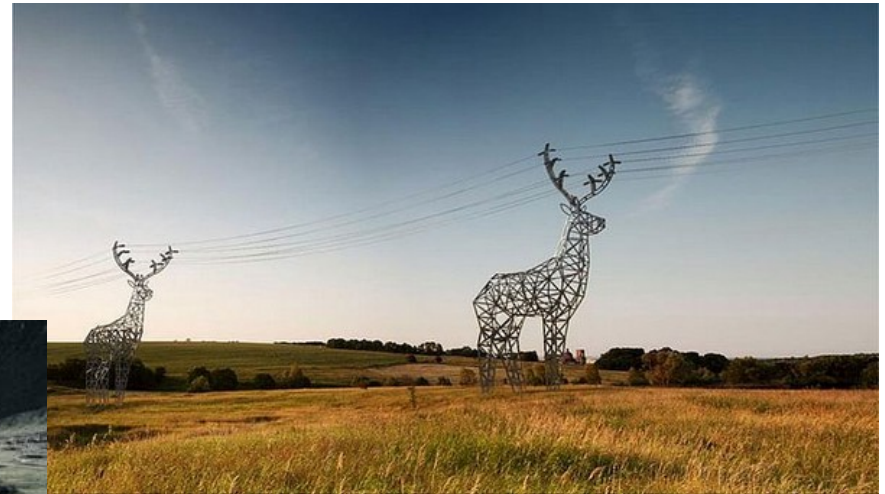
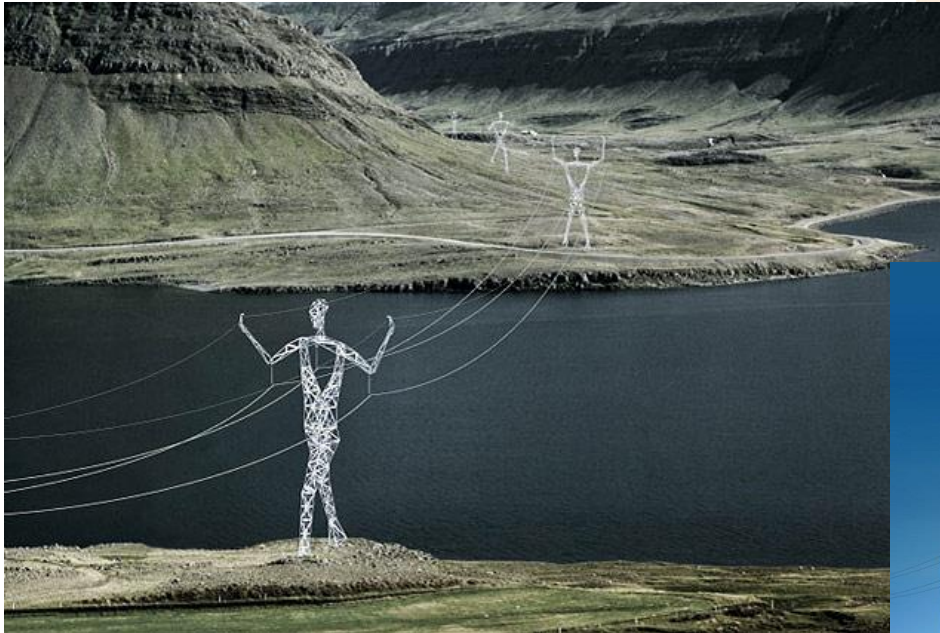


Le bilan pour le Maroc

Coûts	Bénéfices
environnement (surface (150 km ²), paysage)	contribution à la protection du climat (8 Mt CO ₂ /an)
ressources (Eau (3 mio. m ³ / an), la liaison des employeurs)	des emplois durables (2700 pour 2,1 GW CSP)
	bénéfice du capital par des mesures de compensations 70 Mio.€/a (équivalent de la coopération au développement à partir de l'Allemagne en 2012)
	partenariats, communes + villes
	éventuellement tourisme solaires



Je vous remercie de votre attention!



„Wege entstehen dadurch, dass man sie geht.“
Les chemins sont fait en marchant.

– Franz Kafka (1883 - 1924)



Questions

- Comment est la propriété des parcelles divisée hors de la ville (Marrakech, Missour) au Maroc? (Etat x%/ privé x%)
- Quels sont les prix fonciers des zones agricoles et désertiques?
- Quel est le cadre législatif actuel pour une nouvelle construction de lignes électriques? Quelles sont les lois responsables?
- Y a-t-il une norme qui est utilisée pour le dimensionnement de la construction des pylônes (vent et charge de givre)?
- Y a-t-il des initiatives citoyennes visant à interdire la construction de lignes électriques ou de grandes infrastructures au Maroc? Lesquelles? Comment y fonctionne la communication?
- Quels sont les mesures de compensation pour les propriétaires du terrain utilisée pour la construction des nouvelles infrastructures?

